

CARACTERIZAÇÃO DE MASSA ESPECÍFICA E MICROESTRUTURA DE FIBRAS DE BUCHA EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO¹

Raíssa de Almeida Gouvêa²
Amanda Luíza Bezerra Sandes Martins²
Verônica Scarpini Candido³
Sérgio Neves Monteiro⁴

Resumo

A importância do estudo de fibras naturais tem se acentuado nos últimos anos devido à urgência do desenvolvimento de materiais que sejam energeticamente eficientes e cuja produção cause o menor impacto ambiental possível. Assim sendo, o objetivo do trabalho foi determinar a massa específica e caracterizar a microestrutura de fibras de bucha (*Luffa cylindrica*) em função do seu diâmetro. Para isso, foram feitas medidas precisas dos diâmetros, comprimentos e massas de cem fibras desfiadas manualmente. Os resultados foram avaliados estatisticamente e verificou-se que existe uma dependência da massa específica em relação ao diâmetro da fibra. Por fim, analisaram-se uma fibra fina e uma grossa em um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e notou-se que a fibra de maior diâmetro apresentou uma estrutura mais porosa e com maiores imperfeições que a fibra de menor diâmetro. Além disso, os dois tipos de fibras analisados apresentam uma superfície irregular e rugosa, sendo formada por um arranjo de células parenquimáticas, semelhantemente a outras fibras lignocelulósicas.

Palavras-chave: Fibras naturais; Bucha; Massa específica; Microestrutura.

CHARACTERIZATION OF MICROSTRUCTURE AND DENSITY OF SPONGE GOURD FIBERS AS FUNCTION OF THEIR DIAMETERS

Abstract

The importance of studying natural fibers has been accentuated in recent years due to the urgency of developing materials that are energetically efficient and whose production causes the least environmental impact as possible. Therefore, the goal of this work was to determine the density and to characterize the microstructure of sponge gourd fibers (*Luffa cylindrica*) as a function of their diameters. To achieve that, precise measurements of diameter, length and mass were made in 100 fibers, which were unraveled manually. The results were statistically analyzed and it was noticed that the fiber density varies as a function of diameter. Finally, one thick fiber and one thin fiber were analyzed by scanning electron microscopy (SEM) and it was noticed that the largest diameter fiber was more porous than the smallest diameter fiber. Furthermore, both fibers analyzed have a rough and uneven surface, being formed by an arrangement of parenchymal cells, similarly to other lignocellulosic fibers.

Key words: Natural fibers; Sponge gourd; Density; Microstructure.

¹ Contribuição técnica ao 67º Congresso ABM - Internacional, 31 de julho a 3 de agosto de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Graduanda, Instituto Militar de Engenharia (IME), Rio de Janeiro, RJ, Brasil; raissagouvea@globo.com, amandaluizamartins@gmail.com.

³ Doutoranda, Instituto Militar de Engenharia, IME; v.scarpini@yahoo.com.br.

⁴ PhD, Professor Titular, Instituto Militar de Engenharia, IME.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de materiais ambientalmente corretos e que se adéquem a processos industriais tem se tornado cada vez mais necessário para minimizar problemas ambientais em escala global. A substituição de fibras sintéticas por fibras naturais vem sendo objetivo de diversos estudos devido à necessidade de produção materiais que reúnam eficiência e sustentabilidade. As fibras naturais, também conhecidas como lignocelulósicas, apresentam vantagens em comparação às fibras sintéticas, entre elas o fato de possuírem abundante fonte renovável de matéria-prima, serem biodegradáveis e não tóxicas, além de terem menor custo de produção e menor impacto ambiental.⁽¹⁻⁵⁾ Além disso, algumas fibras naturais já pesquisadas têm se mostrado mais rígidas do que as fibras de vidro, o que contribui para sua aplicação em setores nos quais são necessários materiais com alta rigidez, tal como o setor automotivo.⁽⁶⁾

Ao longo dos últimos anos, a utilização de fibras lignocelulósicas substituindo fibras sintéticas como reforço de materiais poliméricos tem aumentado significativamente.^(2,7) Isso se deve, principalmente, a uma crescente preocupação global com questões ambientais, já que as fibras naturais, além de serem biodegradáveis, ainda são neutras em relação à emissão de CO₂.⁽⁷⁾

Entre as fibras naturais, destaca-se a fibra de bucha (*Luffa cylindrica*), amplamente utilizada e mais comumente conhecida como esponja de banho. A bucha vegetal é uma trepadeira anual da família das curcubitáceas⁽⁸⁾ e é cultivada não apenas no Brasil, mas também em outras regiões do mundo, como por exemplo na Ásia e na África.⁽⁹⁾ Seus frutos possuem um sistema vascular fibroso, podendo ser utilizados como embalagens naturais, como filtros e como material para fazer artesanato.⁽⁸⁾

Atualmente, a utilização das fibras de bucha não se restringe à higiene pessoal e tais fibras já são utilizadas como reforço em compósitos poliméricos.⁽¹⁰⁾ Pesquisas mostraram que o sistema vascular fibroso dos frutos secos de bucha forma um tapete natural que pode desviar fissuras e aumentar a tenacidade das resinas, favorecendo sua utilização como reforço em matrizes poliméricas.⁽¹⁰⁾

Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo avaliar a microestrutura das fibras da bucha vegetal, bem como determinar a massa específica dessas fibras em função de seus diâmetros.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A Figura 1 mostra fotos da bucha vegetal utilizada (a) e suas fibras (b).

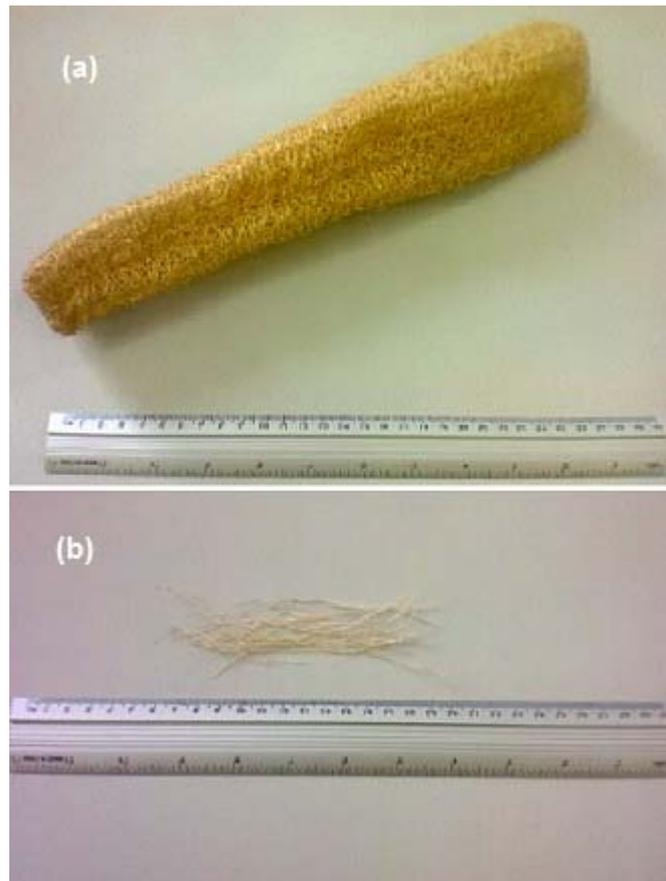


Figura 1. (a) Bucha vegetal; e (b) fibras extraídas.

A bucha vegetal foi desfiada manualmente até a obtenção de um total de 100 fibras com comprimento maior ou igual a 10 cm. Posteriormente, o diâmetro das fibras foi medido em dez pontos distintos por meio de um estereoscópio da ZEISS, modelo Stemi 2000-C. Em seguida, as fibras foram rotacionadas em 90° e o diâmetro foi medido em mais dez pontos. A média das 20 medidas obtidas foi considerada o diâmetro médio da fibra. Após a medição, as fibras foram divididas em seis intervalos de diâmetro. Aos intervalos com menos de três fibras foram acrescentadas fibras até que se alcançasse um mínimo de três fibras por intervalo.

Para a determinação do comprimento das fibras foi utilizada uma régua metálica e para cada grupo de três fibras foi calculado o comprimento médio.

As fibras foram consideradas aproximadamente cilíndricas e, portanto, o volume médio de cada grupo foi calculado pela Equação 1.

$$(\text{Volume médio}) = \pi * (\text{raio médio})^2 * (\text{comprimento médio}) \quad (1)$$

A massa de cada grupo foi medida com uma balança analítica da Gehaka, modelo BK300, de precisão 0,001 g.

Após a determinação da massa e do volume, determinou-se a massa específica através da Equação 2.

$$(\text{Massa específica}) = (\text{massa}) / (\text{volume}) \quad (2)$$

A caracterização microestrutural foi feita em fibras de menor e maior diâmetro. Para tal análise, as amostras foram previamente recobertas com ouro em metalizador Shimadzu, modelo IC-50, e observadas, com feixe de elétrons secundários, em microscópio eletrônico de varredura (MEV) da Jeol, modelo FSM 6460 LV.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os seis intervalos de diâmetros foram representados na Figura 2. Os intervalos de diâmetro que apresentaram maior número de fibras foram: 0,2 mm a 0,26 mm, 0,26 mm a 0,32 mm e 0,32 mm a 0,38 mm. O intervalo que apresentou o maior número de fibras foi o de 0,26 mm a 0,32 mm, que totalizou 43% das fibras. A baixa porcentagem de fibras no intervalo de 0,14 mm a 0,2 mm decorre do fato de ser mais difícil obter fibras finas com mais de 10 cm que não se rompam ao serem desfiadas manualmente. Acredita-se que a baixa porcentagem nos intervalos de 0,38 mm a 0,44 mm e de 0,44 mm a 0,50 mm se deve à dificuldade de encontrar na natureza fibras com muita porosidade que resistam ao serem desfiadas manualmente.

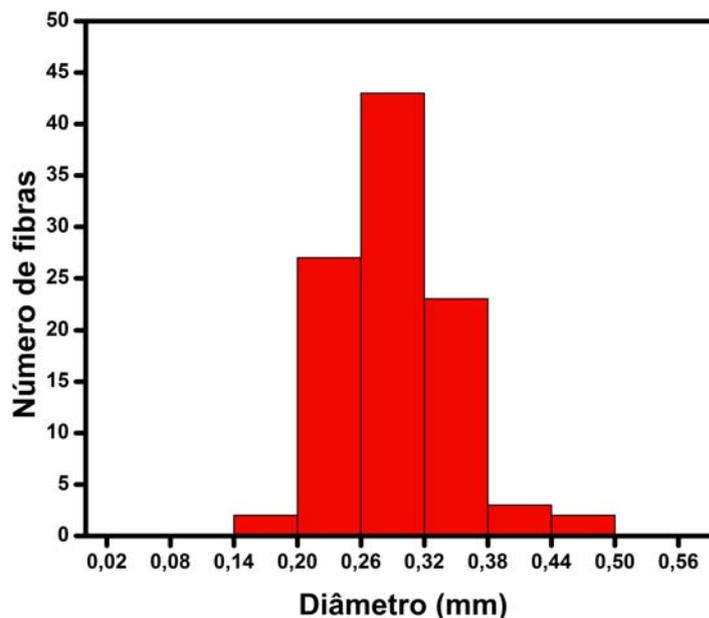


Figura 2. Número de fibras em relação aos intervalos de diâmetro.

A partir dos comprimentos medidos também foi feito um histograma em relação a seis intervalos (Figura 3). O intervalo que apresentou maior número de fibras foi o de 9 cm a 13 cm, que totalizou 87% das fibras. Acredita-se, portanto, que fibras com comprimento nesse intervalo sejam mais uniformes ao longo de seu comprimento, pois, ao serem desfiadas manualmente, elas não tendem a se romper a essa distância. Os intervalos que apresentaram menor número de fibras foram os de 17 cm a 21 cm e 29 cm a 33 cm, cada um totalizando apenas 1% das fibras analisadas.

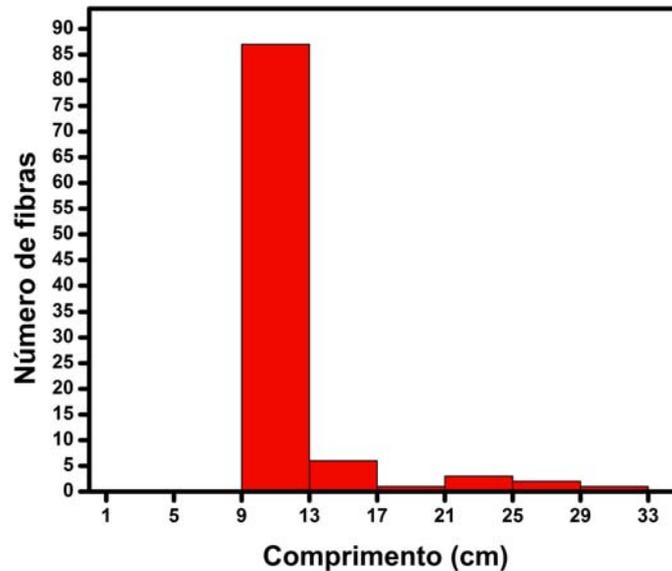


Figura 3. Número de fibras em relação aos intervalos de comprimento.

A relação entre a massa específica e o diâmetro da fibra de bucha foi representada na Figura 4. O intervalo de diâmetro 0,15 mm – 0,2 mm apresentou maior valor para massa específica, já os intervalos de 0,40 mm – 0,45 mm e 0,45 mm – 0,5 mm apresentaram os menores valores para esse parâmetro. Tal resultado evidencia que quanto maior o diâmetro da fibra, menor é sua massa específica. Isso pode estar associado ao fato de as fibras mais finas serem mais uniformes e, conseqüentemente, apresentarem menos defeitos, como pode ser observado na microscopia eletrônica de varredura. Assim sendo, a fibra mais fina possui menor quantidade de espaços vazios, o que resulta em uma massa específica maior. Dentro de um erro estatístico, não foram observadas variações significativas na massa específica da fibra entre o intervalo de diâmetro 0,2 mm e 0,38 mm, que engloba três dos intervalos caracterizados na Figura 2. Isso se deve ao fato de o número de fibras disponíveis nesses intervalos ser maior, o que permitiu a formação de um maior número de grupos por intervalo e, portanto, mais medidas para a determinação da massa específica média. Os diâmetros médios dos seis intervalos, suas respectivas massas específicas e o desvio padrão foram dispostos na Tabela 1.

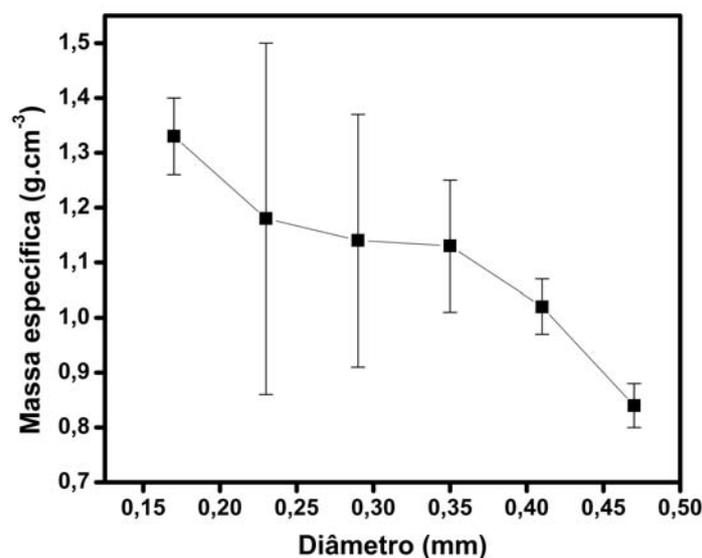


Figura 4. Massa específica da fibra de bucha em relação ao diâmetro.

Tabela 1. Diâmetro e massa específica das fibras

Diâmetro (mm)	Massa específica (g/cm ³)
0,17	1,33 ± 0,07
0,23	1,18 ± 0,32
0,29	1,14 ± 0,23
0,35	1,13 ± 0,12
0,41	1,02 ± 0,05
0,47	0,84 ± 0,04

A relação entre a massa específica da fibra e o inverso de seu diâmetro foi disposta no gráfico representado na Figura 5. Na mesma figura, representou-se a aproximação linear dos pontos do gráfico. É possível perceber um comportamento bimodal da fibra se forem feitas análises separadas do intervalo anterior ao terceiro ponto e do posterior a esse mesmo ponto.

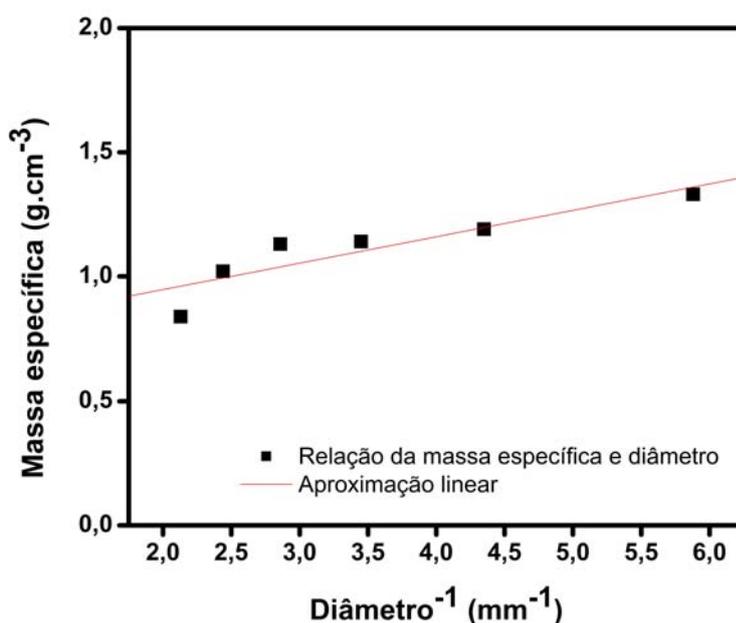


Figura 5. Massa específica versus inverso do diâmetro e aproximação linear dos seus pontos.

Com base na aproximação linear feita, foi possível calcular a equação aproximada da variação da massa específica em relação ao diâmetro da fibra (Equação 3).

$$\rho = (0,106)/D + (0,734) \quad (3)$$

Nas Figuras 6 e 7 foram apresentadas as micrografias obtidas por MEV das fibras de bucha vegetal. Pôde-se perceber que a fibra mais fina (Figuras 6a e 6b), apresentou feixes mais uniformes, com menos defeitos, poucos poros e áreas menos rugosas. O mesmo padrão não foi observado na fibra grossa (Figura 7a e 7b), uma vez que apresentou muitos poros e pouca uniformidade entre os feixes. Observou-se, ainda, que as fibras, de modo geral, apresentaram um arranjo de células parenquimáticas, semelhantemente a outras fibras lignocelulósicas.

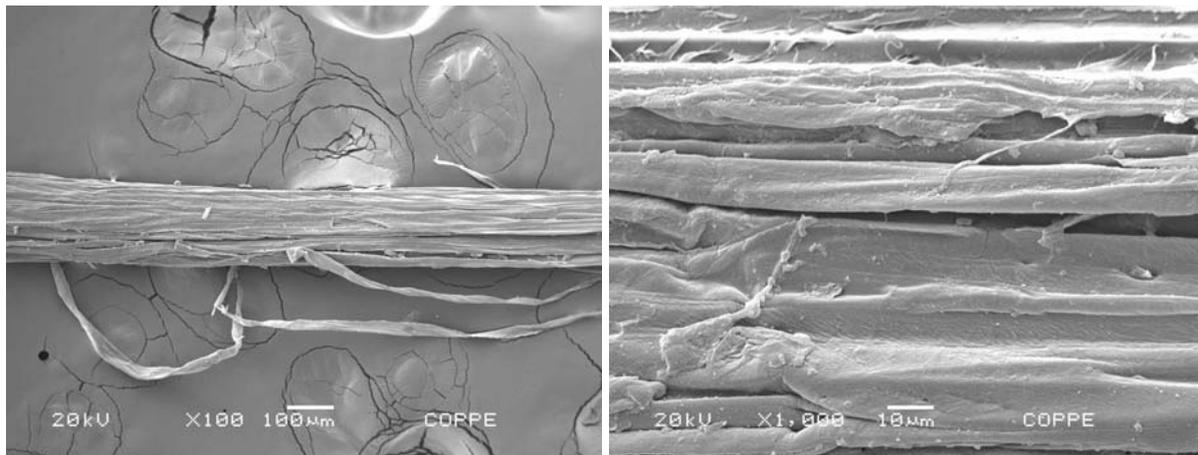


Figura 6. Micrografias obtidas por MEV da bucha vegetal. (a) bucha fina, aumento: 100 x; e (b) bucha fina; aumento 1.000 x.

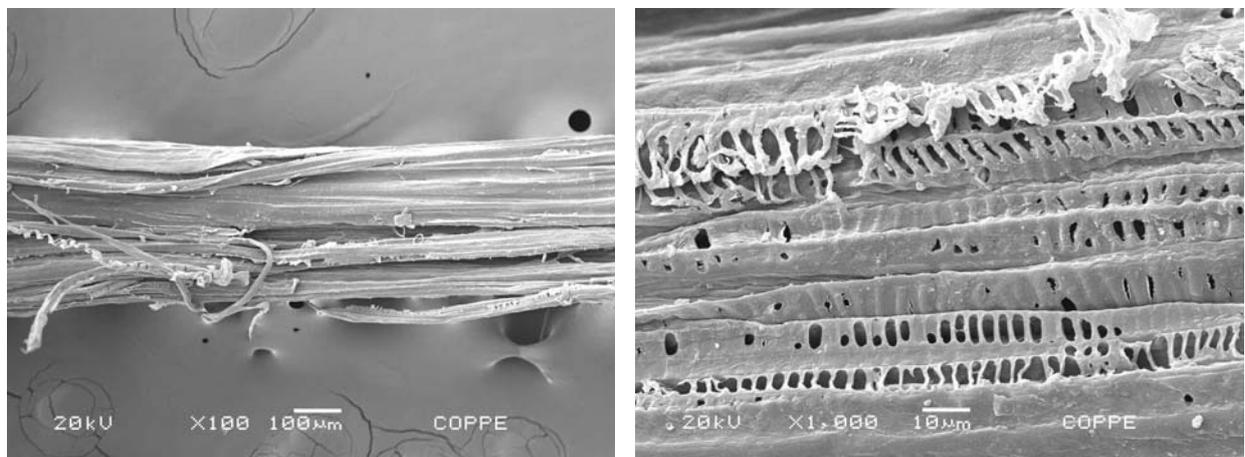


Figura 7. Micrografias obtidas por MEV da bucha vegetal. (a) bucha grossa, aumento: 100 x; e (b) bucha grossa; aumento 1.000 x.

4 CONCLUSÃO

A caracterização da fibra de bucha vegetal permitiu concluir que:

- O maior número de fibras foi encontrado no intervalo de diâmetro igual a 0,26 mm – 0,32 mm. E, com relação ao comprimento, o intervalo entre 9 cm – 13 cm foi o que apresentou maior número de fibras;
- a massa específica da fibra de bucha varia inversamente com o diâmetro, de acordo com a equação: $\rho = (0,106)/D + (0,734)$; e
- fibras mais grossas apresentaram menor massa específica que fibras finas, o que pode ser explicado pela microestrutura das fibras. As fibras finas apresentaram uma microestrutura mais compacta, com menos porosidade e poucas áreas rugosas. Já as fibras mais grossas apresentaram defeitos inerentes a sua estrutura, como poros e rugosidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Ricardo Franco, ao Instituto Militar de Engenharia e à Coppe/UFRJ. É também motivo de agradecimento o suporte a esta pesquisa dado pela Faperj, CNPq e Capes.

REFERÊNCIAS

- 1 TANOBE, V. O. A.; SYDENSTRICKER, T. H. D.; MUNARO, M.; AMICO, S.C. A comprehensive characterization of chemically treated Brazilian sponge-gourds (*Luffa cylindrica*). **Science Direct: Polymer Testing**, 24, 474–482, 2005.
- 2 TOMCZAK, F.; SYDENSTRICKER, T. H. D.; SATYANARAYANA, K. C. Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part II: Morphology and properties of Brazilian coconut fibers. **Science Direct: Composites**, Part A, 38, 1710–1721, 2007.
- 3 SATYANARAYANA, K. C.; ARIZAGA, G. G. C.; WYPYCH, F. Biodegradable composites based on lignocellulosic fibers—An overview. **Science Direct: Progress in Polymer**, 34, 982–1021, 2009.
- 4 SANCHEZ, E. M. S.; CAVANI, C. S.; LEAL, C. V.; SANCHEZ, C. G. Compósito de Resina de Poliéster Insaturado com Bagaço de Cana-de-Açúcar: Influência do Tratamento das Fibras nas Propriedades. **Polímeros**, 2010.
- 5 MOTHÉ, C.G.; ARAÚJO, C.R. Caracterização Térmica e Mecânica de Compósitos de Poliuretano com Fibras de Curauá. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 14, nº 4, p. 274-278, 2004.
- 6 GUIMARÃES, J.L.; FROLLINI, E.; DA SILVA, C.G.; WYPYCH, F.; SATYANARAYANA, K. G. Characterization of banana, sugarcane bagasse and sponge gourd fibers of Brazil. **Science Direct: Industrial Crops and Products**, 30, 407–415, 2009.
- 7 D'ALMEIDA, A. L. F. S.; BARRETO, D. W.; CALADO, V.; D'ALMEIDA, J. R. M. Thermal analysis of less common lignocellulose fibers. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, vol. 91, nº 2, p. 405–408, 2008.
- 8 Disponível em: <http://www.caes.uga.edu/extension/cobb/anr/Documents/luffa.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2012.
- 9 Disponível em: <http://www.agriculturalproductsindia.com/vegetables/vegetables-sponge-gourd.html>. Acesso em: 13 mar. 2012.
- 10 D'ALMEIDA, A.L.F.S.; BARRETO, D.W.; V. CALADO, V.; D'ALMEIDA, J.R.M. Effects of Derivatization on Sponge Gourd (*Luffa cylindrica*) Fibres. **Polymers & Polymer Composites**, Vol. 14, No. 1, 2006.